



AJUNTAMENT DE PATERNA

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE GLORIETA (CALLES 29 Y 232)
Y ENCAUZAMIENTO DEL BARRANCO DE LA FUENTE (CALLES
232 Y 540) EN LA CAÑADA, PATERNA (VALENCIA)



ANEJO Nº 5

CÁLCULOS HIDRÁULICOS

ÍNDICE

1.	FÓRMULAS BÁSICAS	1
1.1.	COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING	1
1.2.	RADIO HIDRÁULICO	2
2.	CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA SECCIÓN DEL BARRANCO DEL BARATO	2
2.1.	LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD DE INCIDENCIA	3
2.2.	DISIPACIÓN DE LA ENERGÍA EN EL IMPACTO LATERAL	4
3.	CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA SECCIÓN ENCAJONADA BAJO LA CALLE 540	5
4.	RECOMENDACIÓN DE Balsa de laminación aguas arriba del barranco de la Fuente	5
4.1.	VOLUMEN NECESARIO EN LA Balsa	6



1. FÓRMULAS BÁSICAS

La expresión básica que se emplea para los cálculos hidráulicos de los canales del encauzamiento es la ecuación de la energía de Manning, que describe el comportamiento de un flujo en lámina libre:

$$v = \frac{1}{n} \cdot R_h^{2/3} \cdot \sqrt{i}$$

donde:

- v = velocidad del fluido, en m/s
- n = coeficiente de Manning
- R_h = radio hidráulico, en m
- i = pendiente de la conducción, en tanto por uno

Para calcular el caudal que circula por un canal hay que multiplicar la velocidad del flujo por el área de la sección transversal de dicho flujo es decir:

$$Q = A \cdot v$$

donde:

- Q = caudal en m³/s
- A = área de la sección transversal (superficie mojada) en m²
- v = velocidad del flujo, en m/s

1.1. COEFICIENTE DE RUGOSIDAD DE MANNING

El coeficiente de rugosidad de Manning, (n), es una variable de la ecuación homónima que depende del material de la conducción. Además debe tomarse en consideración que, a lo largo del tiempo todos los colectores sufren sedimentaciones e incrustaciones que aumentan la resistencia al flujo.

En la siguiente tabla se exponen los valores más habituales de n según el material.

Material	n
Hormigón	0,015
Escollera	0,035
Geoceldas	0,035

1.2. RADIO HIDRÁULICO

El radio hidráulico en un flujo es una magnitud que se obtiene de la relación entre el área y el perímetro mojado de una sección transversal de dicho flujo.

Se entiende por perímetro mojado la longitud de la línea de contacto entre la sección transversal del flujo con la sección transversal de la conducción.

En canales abiertos, estos parámetros dependen de la geometría del canal y del calado (altura de la lámina de agua).

Para un canal rectangular a sección llena de dimensiones $b =$ base, $h =$ altura

$$R_h = \frac{b \cdot h}{b + 2h}$$

Para un canal de sección trapezoidal y taludes 1:1 en los cajeros, a sección llena y de dimensiones $b =$ base, $h =$ altura

$$R_h = \frac{b \cdot h + h^2}{b + 2\sqrt{2}h}$$

2. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA SECCIÓN DEL BARRANCO DEL BARATO

El estudio del barranco del Barato no es del alcance del presente proyecto pero a pesar de ello el punto más conflictivo de todo el encauzamiento es la confluencia de éste en el Barranco de la Fuente por lo que se hace necesario el estudio de caudales del barranco del Barato para el dimensionamiento del Barranco de la Fuente.

El Barranco del Barato incide casi perpendicularmente con el Barranco de La Fuente, lo que provoca dos efectos adversos que son:

- La velocidad del agua del Bco. Barato debida a la considerable pendiente de éste hace que el flujo atraviere al otro lado del Bco. de la Fuente, golpeando las fachadas de los inmuebles situados enfrente y provocando la entrada del agua en las parcelas y en las viviendas.



- El reflujo que se provoca aguas arriba en el Bco. de la Fuente porque el barranco tributario llega casi a contracorriente contribuye también a elevar el nivel de las aguas en este barranco, lo que agrava el problema citado en el punto anterior.

Es por lo que se opta por la solución del encauzamiento entero del Barranco del Barato y del Barranco de la Fuente a partir de la intersección de ambos.

2.1. LIMITACIÓN DE LA VELOCIDAD DE INCIDENCIA

A continuación se justifica la elección de la sección del canal del encauzamiento del Barranco del Barato. Veamos como:

En primer lugar se tienen tres factores externos que condicionan el diseño:

- El caudal punta para el periodo de retorno de 500 años: $Q = 17,74 \text{ m}^3/\text{s}$
- La pendiente en el tramo final del barranco: $I = 0,0095$ (0,95%)
- La anchura máxima de la sección del canal: 6 m. Condición que viene impuesta por el planeamiento municipal.

Además por cuestiones constructivas y de seguridad, se opta por un canal de sección trapezoidal con un talud 1:1 en los cajeros.

De tal manera que, utilizando las ecuaciones del apartado anterior solamente quedan dos variables para el diseño del encauzamiento:

- Calado del canal
- Rugosidad de la solera y los cajeros (n° de Manning)

El método de diseño es el siguiente

1. Para un calado dado, se obtiene la geometría del canal, es decir: el área de la sección, el perímetro mojado y el radio hidráulico
2. Se calcula la velocidad necesaria para que por esa sección pase todo el caudal de diseño
3. Se obtiene el n° de Manning necesario para conseguir dicha velocidad con la pendiente existente.

Tanteando algunos calados se obtiene la siguiente tabla:



h (m)	0,5	1	1,5	2
solera (m)	5	4	3	2
Area (m ²)	2,75	5	6,75	8
P _{mojado} (m)	6,414	6,828	7,243	7,657
R _h (m)	0,429	0,732	0,932	1,045
V (m/s)	6,447	3,546	2,627	2,216
n	0,009	0,022	0,035	0,045

Finalmente se escoge el valor de calado de 1,5 m, ya que la velocidad resultante no es excesiva y el nº de Manning requerido se puede conseguir fácilmente con revestimientos de escollera y geoceldas.

Así que la geometría resultante es una sección trapezoidal de 3 m de anchura en la solera, cajeros con talud 1:1 y 1,5 m de altura, con 6 m de anchura máxima en la parte superior. Además contará con un resguardo de seguridad de 0,5 m de altura.

2.2. DISIPACIÓN DE LA ENERGÍA EN EL IMPACTO LATERAL

Aparte de la limitación de la velocidad de incidencia del flujo, se han tomado otras medidas con el objetivo de minimizar la probabilidad de inundación en la confluencia.

- Se ha diseñado en planta la intersección de manera que el ángulo de incidencia sea menor de 45º
- La cota de la solera del encauzamiento correspondiente al Barranco de la Fuente está 0,5 m por debajo de la solera del encauzamiento del Barranco del Barato, con lo que se producirá una pérdida de energía. Además se ha previsto el encauzamiento del Barranco de la Fuente desde aproximadamente 100 m aguas arriba de la intersección, con el fin de obtener un flujo que ya sea estable en ese punto.
- En el encauzamiento del Barranco de la Fuente, en la parte de cajero que quedará enfrente del Barranco Barato, se ha previsto un muro vertical de hormigón de 2 m de altura a lo largo de 15 m, de manera que el flujo incidente no pueda remontar el cajero y salirse al otro lado.



3. CÁLCULO HIDRÁULICO DE LA SECCIÓN ENCAJONADA BAJO LA CALLE 540

Por limitaciones de espacio y de tipo constructivo, la sección de canal encajonada bajo la calle 540 tendrá unas dimensiones interiores de 5 m de anchura por 2,5 m de altura, de los que 0,5 m serán de resguardo y no se computarán como calado máximo del flujo.

Los datos geométricos de la sección son los siguientes:

Anchura del canal (m)	5
Cota máxima	79,734
Cota mínima	76
Longitud (m)	168
Pendiente media	0,0222
Calado máximo (m)	2
Radio hidráulico (m)	1,1111

Aplicando la fórmula de Manning y considerando que $n = 0,03$ (solera de escollera y cajeros de hormigón):

$$Q_{\max} = 53,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

De lo que se deduce que:

- El canal es suficientemente holgado para el caudal punta del Barranco del Barato ($17,74 \text{ m}^3/\text{s}$)
- No tiene capacidad suficiente para el caudal punta calculado en el Barranco de la Fuente ($60,3 \text{ m}^3/\text{s}$)

4. RECOMENDACIÓN DE Balsa de laminación aguas arriba del Barranco de la Fuente

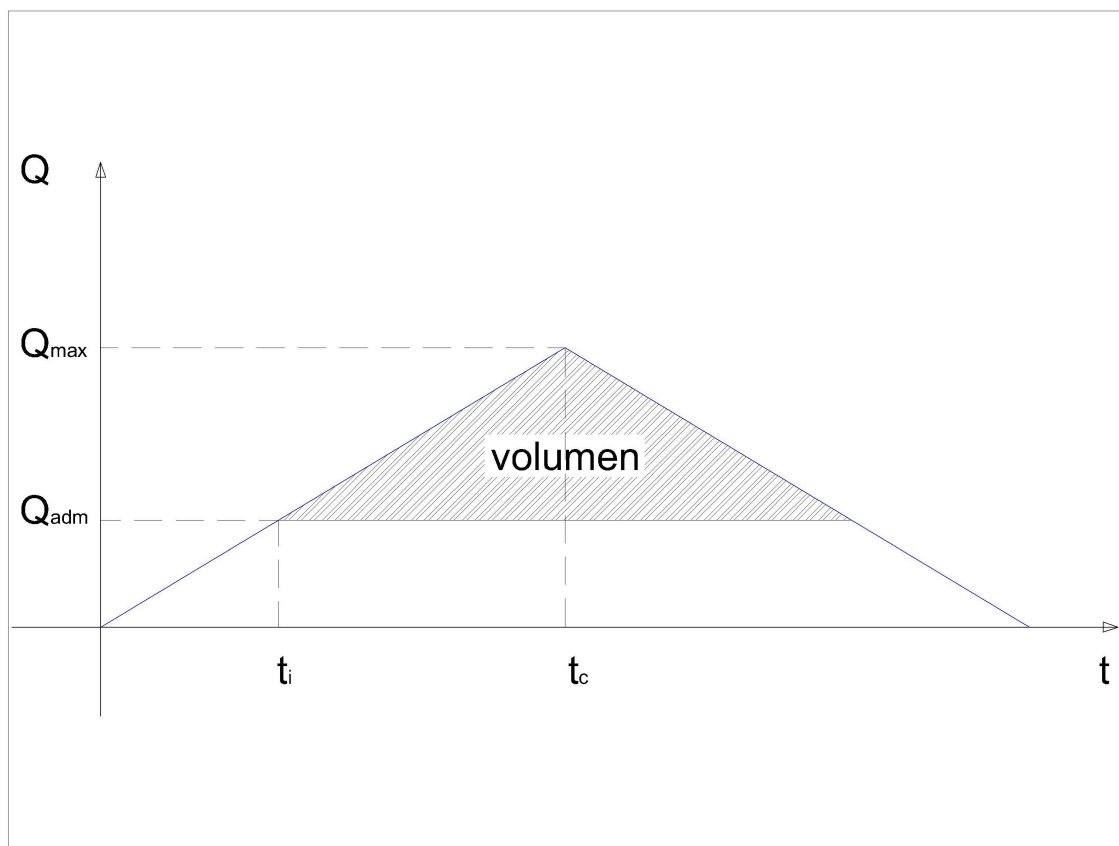
Se recomienda la construcción de una balsa de laminación de avenidas aguas arriba en el Barranco de la Fuente, de manera que solo deje pasar el caudal suficiente para que, sumado al caudal del Barranco del Barato, no se sobrepase la capacidad de los cajones.



4.1. VOLUMEN NECESARIO EN LA Balsa

Se puede aproximar el volumen necesario en la balsa de laminación de la siguiente manera:

Formulamos la hipótesis de que el hidrograma de caudal en el Barranco de la Fuente es de tipo lineal, con el caudal instantáneo aumentando de manera constante entre el instante cero y el tiempo de concentración de la cuenca y disminuyendo de manera simétrica hasta el caudal cero en el tiempo dos veces t_c .



Si se diseña un aliviadero que solamente deja pasar el caudal admisible aguas abajo (Q_{adm}), el volumen que habría que almacenar en la balsa será el área de la gráfica que queda entre la línea del hidrograma y la abcisa generada por Q_{adm} .

$$\text{Vol} = (t_c - t_i) \cdot (Q_{max} - Q_{adm})$$

Siendo:

- t_c = tiempo de concentración de la cuenca.



AJUNTAMENT DE PATERNA

PROYECTO CONSTRUCTIVO DE GLORIETA (CALLES 29 Y 232)
Y ENCAUZAMIENTO DEL BARRANCO DE LA FUENTE (CALLES
232 Y 540) EN LA CAÑADA, PATERNA (VALENCIA)



- $t_c = 1,69 \text{ h} = 6.084 \text{ s}$
- $t_i =$ tiempo que se tarda en superar el Q admisible.
 - $t_i = (Q_{\max} - Q_{\text{adm}}) \cdot t_c$
- $Q_{\max} =$ caudal de cálculo para el periodo de 500 años.
 - $Q_{\max} = 60,3 \text{ m}^3/\text{s}$
- $Q_{\text{adm}} =$ caudal que puede aliviarse para no desbordar aguas abajo
 - $Q_{\text{adm}} = 53,3 - 17,73 = 35,57 \text{ m}^3/\text{s}$

Con estos datos el volumen necesario en la balsa sería de $61.704,97 \text{ m}^3$.

ANEJO Nº 5
CÁLCULOS HIDRÁULICOS